

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИПОЛЬНОГО МОМЕНТА И ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ НЕПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Касимова С.Р.¹, Касимов Э.Р.²

¹Касимова Севда Расим кызы – доктор технических наук, профессор;

²Касимов Эмин Расим оглы – доктор физико-математических наук, кафедра инженерной физики и электроники, Азербайджанский технический университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: предложена методика определения дипольного момента неполярных жидкостей. В ходе проводимых исследований было установлено, что некоторые из используемых в качестве растворителей чистые неполярные жидкости, такие как бензол, диоксан, гексан и др., имели очень слабое затухание волны.
Ключевые слова: дипольные моменты, неполярные жидкости, диэлектрические потери, толщина слоя.

METHOD FOR DETERMINING THE DIPOLE MOMENT AND RELAXATION TIME OF NON-POLAR LIQUIDS

Kasimova S.R.¹, Kasimov E.R.²

¹Kasimova Sevda Rasim kizi – doctor of technical sciences, professor;

²Kasimov Emin Rasim oqli - doctor of physical and mathematical sciences, DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS AND ELECTRONICS, AZERBAIJAN TECHNICAL UNIVERSITY, BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: a method for determining the dipole moment of nonpolar liquids is proposed. During the research, it was found that some of the pure non-polar liquids used as solvents, such as benzene, dioxane, hexane, etc., had very weak wave attenuation.

Keywords: dipole moments, non-polar liquids, dielectric losses, layer thickness.

УДК 621:3.035.222.7.:621.317.335.3

Слабое затухание волны проявлялось в том, что в зависимости отраженного сигнала от толщины вещества возникала устойчивая ее аномальная область [1,2]. Выбранных для исследования жидкостей граница между аномальной и нормальной областями лежала в пределах 10-15-го номера минимума этой зависимости. Вместе с тем из теории линий передач следовало, что у металлической измерительной ячейки с неполярной жидкостью, не обладающей поглощением, коэффициент отражения волны от нее должен быть равен 1 и независим от толщины слоя жидкости в ячейке. На первых порах допускалось, что существование слабого затухания волны в неполярных жидкостях связано с использованием не достаточно чистых продуктов, в которых, по тем или иным причинам, оказались примеси полярных веществ, например влаги в бензоле. Однако, как показали исследования методом релеевского рассеяния света молекулярного строения бензола и алканов, что в этих неполярных веществах могут существовать молекулярные или атомные образования с дипольными моментами. Появилась идея способа доказательства теоретических предположений работы с использованием известных в литературе данных измерений ϵ' , ϵ'' рассматриваемых жидкостей [3,4,5]. В расчетах использовались значения диэлектрических потерь ϵ'' жидкости, измеренных при двух разнесенных частотах, и считалось, что диэлектрические свойства этих веществ в области их дисперсии описываются уравнением Дебая. При дебаевском описании диэлектрических свойств вещества значения их диэлектрических потерь ϵ''_1 , ϵ''_2 , измеренные при двух частотах f_1 и f_2 , равны:

$$\epsilon''_1 = \frac{2\pi f_1 \tau (\epsilon_0 - \epsilon_\infty)}{1 + (2\pi f_1 \tau)^2}; \quad \epsilon''_2 = \frac{2\pi f_2 \tau (\epsilon_0 - \epsilon_\infty)}{1 + (2\pi f_2 \tau)^2}; \quad (1)$$

где: ϵ_0 , ϵ_∞ – статическое и высокочастотное предельные значения диэлектрической проницаемости вещества;

τ – макроскопическое время релаксации.

Если ввести обозначения $\alpha = \epsilon''_2 / \epsilon''_1$ и $\beta = f_2 / f_1$, то из совместного решения уравнений (1) следует:

$$\tau = \frac{1}{2\pi f_2} \sqrt{\frac{\alpha - \beta}{1/\beta - \alpha}}. \quad (2)$$

Так как соотношения α и β известны, то из уравнения (2) находится величина макроскопического времени релаксации τ . Для определения дипольного момента молекул вещества в жидкой фазе воспользуемся уравнением:

$$\mu^2 = \frac{(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty)(2\varepsilon_0 + \varepsilon_\infty)}{\varepsilon_0(\varepsilon_\infty + 2)^2} \cdot \frac{9kT}{4\pi N_A}; \quad (3)$$

где: k – постоянная Больцмана; T – температура;
 N_A – число Авогадро.

Поскольку диэлектрическая проницаемость ε' рассматриваемых жидкостей слабо изменяется с частотой в области дисперсии, считаем, что величина ε_0 мало отличается от величины ε_∞ . Тогда уравнение (3) примет вид:

$$\mu^2 = \frac{3(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty)}{(\varepsilon_\infty + 2)^2} \cdot \frac{9kT}{4\pi N_A}; \quad (4)$$

Из совместного решения уравнений (3) и (4) следует, что

$$\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty = \frac{1 - \beta^2}{\varepsilon_2''} \cdot \frac{1}{\sqrt{(\alpha - \beta)(1/\beta - \alpha)}} \quad (5)$$

По найденной разности $\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty$ находится по уравнению (36) значение дипольного момента молекулы выбранной жидкости. Таким способом были найдены μ и τ бензола и алканов. В таблице 5 приведены результаты расчетов по предложенному способу значений времени релаксации и дипольных моментов молекул этих жидкостей [6, 7, 8].

Таблица 1. Времена релаксации τ и дипольные моменты μ молекул бензола и алканов, полученными по данным измерения их диэлектрических потерь ε''_1 , ε''_2 при двух частотах f_1 , f_2 и температуре 25°C.

№	Вещество	f_1 , ГГц	f_2 , ГГц	ε''_1	ε''_2	τ , 10 ¹² с	μ , D
1	Бензол	24	70	0.0025	0.0059	1.20	0.1
2	Гексан	10	35	0.00058	0.00152	2.80	0.064
3	Гептан	10	35	0.00077	0.00163	3.97	0.066
4	Октан	10	35	0.00092	0.00156	5.13	0.068
5	Нонан	10	35	0.00102	0.00139	6.39	0.068
6	Декан	10	35	0.00106	0.00121	7.56	0.068

У алканов значения дипольных моментов их молекул остаются в пределах 0.065D.

Рассмотренный способ расчета был применен также и для оценки молекулярного времени релаксации полярных веществ по результатам измерения диэлектрических свойств их разведенных растворов в неполярных растворителях [9, 10, 11].

Список литературы / References

1. *Касимов Р.М.* Метрология. 1987. №7, с.45. Москва. Россия.
2. *Kasimov R.M., Kasimova S.R.* Measurements of the dielectric parameters of weakly absorbing liquids in the microwave band // Measurement Techniques. New-York, USA. 2002. vol.45, №7, p.765-768.
3. *Kasimov R.M., Kasimova S.R.* Nonreflective passage of electromagnetic radiation on its incidence at an angle on the absorbing layer of a dielectric. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, New-York, USA. 2011. Vol.84, p.787-793.
4. *Kasimov R.M., Kasimova S.R.* Two-layer nonreflective absorber of electromagnetic radiation // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. New-York, USA. Vol.82, №3, 2009, p.604-607.
5. *Kasimov R.M., Kasimov E.R.* A method for identifying a substance. Patent Azerb. Rep.№ I 2003 0155, 2005, BI № 3, 2004.
6. *Kasimova S.R., Kasimov E.R.* Separation of an Assigned Polarization Component of Electromagnetic Radiation in its Reflection from an Antireflection Absorbing Substrate // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. USA, New-York. 2015, Vol.88, Is.5, pp 1175-1182.
7. *Kasimova S.R.* Measurements of the dielectric properties of strongly absorbing substances at microwave frequencies // Measurement Techniques. USA, New-York. 2016. Vol. 58, Issue 12, pp. 1372-1375.
8. *Касимова С.Р.* Метод измерения сильно поглощающих диэлектриков с применением согласующей неполярной жидкости // Наука, техника и образование. Москва, Россия. 2018. № 8(49). стр. 24-27.
9. *Касимова С.Р.* Информационное обеспечение методов измерения диэлектрических свойств поглощающих жидкостей // Наука, техника и образование. Москва, Россия. 2021. №4(79). с.29-32.
10. *Касимова С.Р.* Двухслойный неотражающий поглотитель электро-магнитного излучения с магнетиком и четвертьволновой непоглощающей подложкой // Наука, техника и образование. Москва, Россия. 2022. № 4 (87), с.32-34.

11. *Kasimova S.R.* Methods of measuring the dielectric coefficients of highly absorbing solid and liquid substances // XXVI International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science. Boston, USA. 2022. №3, p. 4.